

Implementarea filtrelor digitale IIR în forma lattice și în spațiul stărilor

Laborator 6, PSS

Obiectiv

Familiarizarea studenților cu formele de implementare tip *lattice* și tip spațiul stărilor, folosite la implementarea filtrelor de tip IIR

Noțiuni teoretice

Exerciții

1. Fie sistemul IIR cauzal cu poli și zerouri, cu funcția de sistem:

$$H(z) = \frac{1 + 2z^{-1} + 3z^{-2} + 2z^{-3}}{1 + \frac{2}{5}z^{-1} + \frac{7}{20}z^{-2} + \frac{1}{2}z^{-3}}$$

Determinați și desenați structura echivalentă *lattice* cu poli și zerouri.

2. Se dă sistemul IIR cauzal numai cu poli, cu funcția de sistem:

$$H(z) = \frac{1}{1 + \frac{2}{5}z^{-1} + \frac{7}{20}z^{-2} + \frac{1}{2}z^{-3}}$$

Determinați coeficienții structurii *lattice* și desenați-o.

3. Fie sistemul IIR cu funcția de sistem

$$H(z) = \frac{1 + 2z^{-1} + 3z^{-2} + 2z^{-3}}{1 + 0.9z^{-1} + 0.8z^{-2} + 0.5z^{-3}}$$

- a. Să se implementeze sistemul în spațiul stărilor tip I și tip II.

- b. Calculați primele 5 valori ale răspunsului la treaptă, pentru condițiile inițiale

$$v[0] = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

4. Fie sistemul descris în spațiul stărilor de următoarele ecuații:

$$v[n+1] = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -0.81 & 1 \end{bmatrix} v[n] + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} x[n]$$

$$y[n] = \begin{bmatrix} -1.81 & 1 \end{bmatrix} v[n] + x[n]$$

- a. Determinați funcția de transfer a circuitului
b. Calculați primele 5 valori ale răspunsului la treaptă, pentru condițiile inițiale

$$v[0] = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

- c. Reprezentați implementarea în spațiul stărilor (I și II) și în forma directă II.

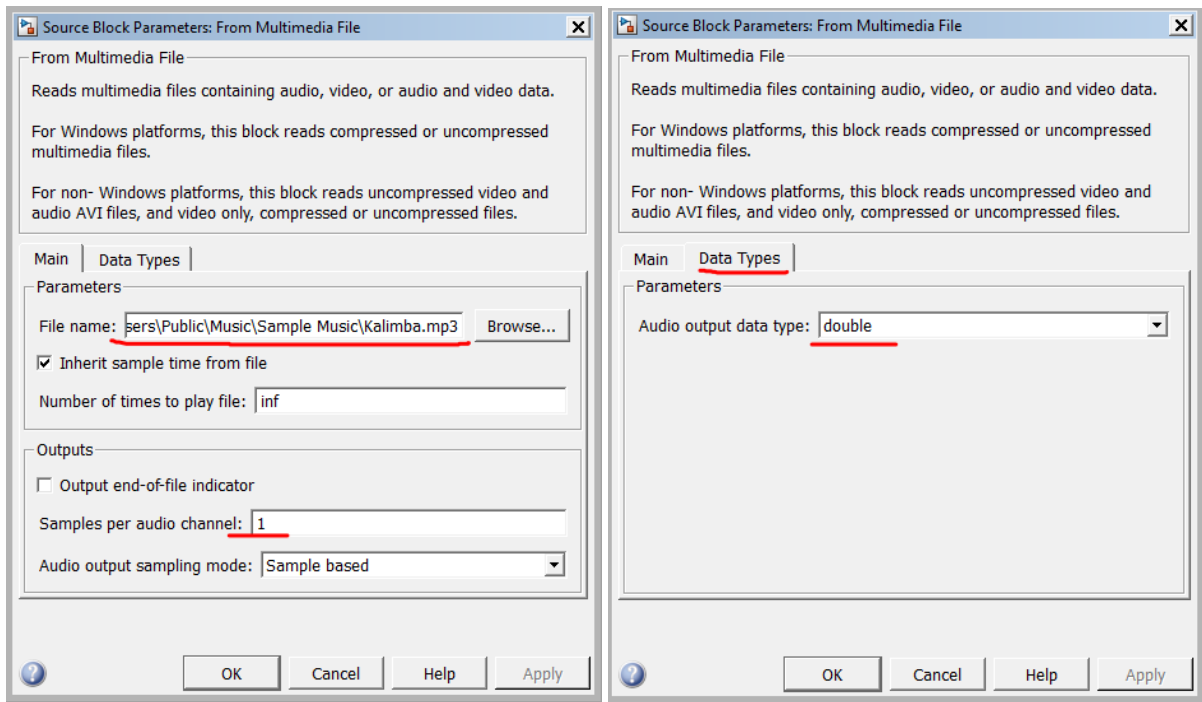
5. Utilizați utilitarul `fdatool` pentru a proiecta unul din filtrele următoare:

- a. Un filtru trece-jos IIR de ordin 4, de tip eliptic, cu frecvența de tăiere de 5kHz la o frecvență de eșantionare de 44.1kHz;
b. Un filtru trece-sus IIR de ordin 4, de tip eliptic, cu frecvența de tăiere de 1kHz la o frecvență de eșantionare de 44.1kHz;
c. Un filtru trece-bandă IIR de ordin 4, de tip eliptic, cu banda de trecere între 700Hz și 4kHz la o frecvență de eșantionare de 44.1kHz.

6. În mediul Simulink, realizați implementarea IIR filtrului de mai sus în forma *lattice*.

Observații:

- Veți avea nevoie de blocurile *Unit Delay*, *Sum* și *Gain*
- La intrare puneți un bloc *From Multimedia File*, la ieșire un bloc *To Audio Device*
- La ieșire, înainte de blocul *To Audio Device* intercalați un bloc *Manual Switch* la care semnalul original și semnalul filtrat, pentru a putea comuta ușor între cele două
- La blocul *From Multimedia File* selectați un fișier audio (de ex. Kalimba.mp3 din My Documents) și puneți setările *Sample-based*, *Samples per audio channel* = 1 și "DataTypes/Audio output data type" = *double*



- Setăți parametrii modelului Simulink pentru o simulare discretă, cu pas fix (auto):
 - Type: *Fixed-step*
 - Solver: *discrete (no continuous states)*

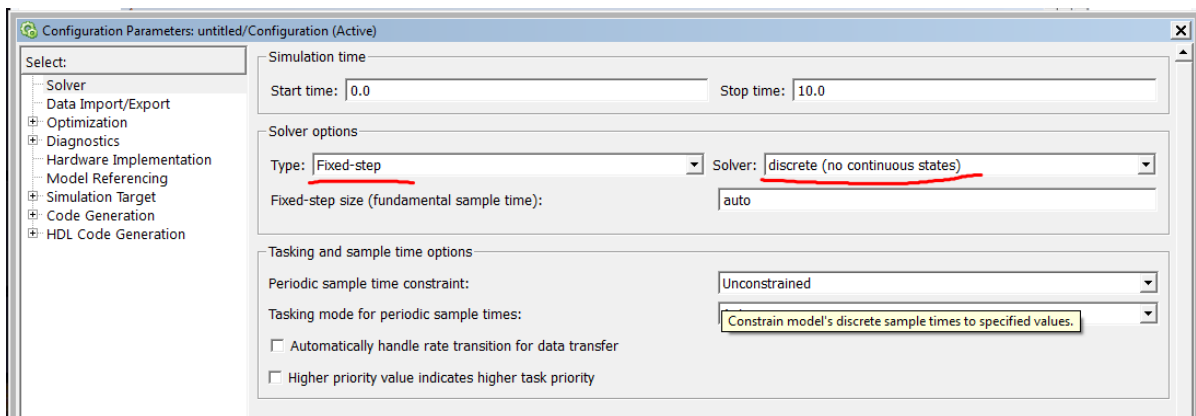


Figure 1: Model settings for discrete models

Întrebări finale

1. TBD